

**Family list**

2 application(s) for: **JP2003133691**

Sorting criteria: Priority Date Inventor Applicant Ecla

**1 METHOD AND DEVICE FOR FORMING FILM PATTERN,  
CONDUCTIVE FILM WIRING, ELECTRO-OPTICAL DEVICE,  
ELECTRONIC EQUIPMENT, AND NON-CONTACT CARD  
MEDIUM**

**Inventor:** HASHIMOTO TAKASHI ; FURUSAWA MASAHIRO **Applicant:** SEIKO EPSON CORP

**EC:** B41J3/407; H01L21/288; (+2)

**IPC:** B41J2/01; B41J3/407; H01L21/288; (+11)

**Publication info:** JP2003133691 (A) - 2003-05-09

**Priority Date:** 2001-10-22

**2 Apparatus and methods for forming film pattern**

**Inventor:** HASHIMOTO TAKASHI [JP] ;  
FURUSAWA MASAHIRO [JP]

**Applicant:** SEIKO EPSON CORP [JP]

**EC:** B41J3/407; H01L21/288; (+2)

**IPC:** B41J2/01; B41J3/407; H01L21/288; (+10)

**Publication info:** US2003083203 (A1) - 2003-05-01  
US6994414 (B2) - 2006-02-07

**Priority Date:** 2001-10-22



---

Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

# METHOD AND DEVICE FOR FORMING FILM PATTERN, CONDUCTIVE FILM WIRING, ELECTRO-OPTICAL DEVICE, ELECTRONIC EQUIPMENT, AND NON-CONTACT CARD MEDIUM

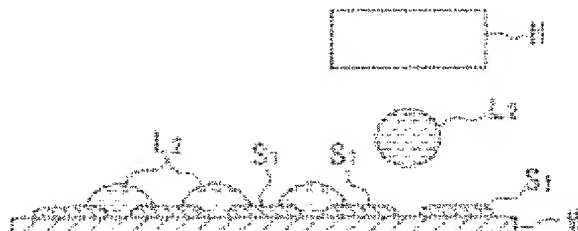
**Patent number:** JP2003133691 (A)  
**Publication date:** 2003-05-09  
**Inventor(s):** HASHIMOTO TAKASHI; FURUSAWA MASAHIRO +  
**Applicant(s):** SEIKO EPSON CORP +  
**Classification:**  
- international: *B41J2/01; B41J3/407; H01L21/288; H01L21/768; H05K3/10; H05K3/12; B41J2/01; B41J3/407; H01L21/02; H01L21/70; H05K3/10; H05K3/12; (IPC1-7): B41J2/01; H05K3/10*  
- european: *B41J3/407; H01L21/288; H01L21/768C; H05K3/12C*  
**Application number:** JP20010323701 20011022  
**Priority number(s):** JP20010323701 20011022

Also published as:

 US2003083203 (A1)  
 US6994414 (B2)

## Abstract of JP 2003133691 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a film pattern forming method obtained by improving a film pattern forming method using an injection method and capable of efficiently thickening a film by a simple process, satisfying the requirement for thinning, and preventing the occurrence of problems such as disconnection and a short circuit in the case of forming a conductive film. **SOLUTION:** In a 1st discharge process, liquid drops are discharged at a pitch larger than the diameter of a liquid drop after applying liquid drops to the whole wiring area of a board. In a 2nd discharge process, liquid drops are discharged to a position different from the discharge position of the 1st discharge process on the whole wiring forming area at the same pitch as the 1st discharge process. In a 3rd discharge process, liquid drops are discharged to the whole wiring forming area at a pitch smaller than the pitch of the 1st discharge process. The board is previously treated so that a contact angle with a liquid drop is  $\geq 60$  [deg].



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-133691

(P2003-133691A)

(43) 公開日 平成15年5月9日 (2003.5.9)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 5 K 3/10

H 0 5 K 3/10

D 2 C 0 5 6

B 4 1 J 2/01

B 4 1 J 3/04

1 0 1 Z 5 E 3 4 3

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2001-323701(P2001-323701)

(22) 出願日 平成13年10月22日 (2001.10.22)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 橋本 貴志

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 古沢 昌宏

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100089037

弁理士 渡邊 隆 (外2名)

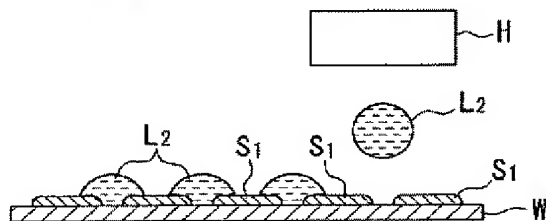
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 膜パターンの形成方法、膜パターン形成装置、導電膜配線、電気光学装置、電子機器、並びに非接触型カード媒体

(57) 【要約】

【課題】 インクジェット法による膜パターンの形成方法を改善し、簡単な工程で効率よく厚膜化を達成し、細線化の要請も満たし、しかも、導電膜とした場合に断線や短絡等の問題を生じない膜パターンの形成方法を提供する。

【解決手段】 第1吐出工程では、液滴を配線形成領域全体に前記基板上に着弾した後の液滴の直径よりも大きいピッチで吐出する。第2吐出工程では、前記液滴を前記配線形成領域全体の前記第1吐出工程における吐出位置と異なる位置に前記第1吐出工程と同じピッチで吐出する。第3吐出工程では、前記液滴を配線形成領域全体に前記第1吐出工程におけるピッチよりも小さいピッチで吐出する。前記基板は、予め前記液滴との接触角が60 [deg] 以上となるように処理しておく。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 膜形成成分を含有した液体からなる液滴を、基板上の所定の膜形成領域に吐出して膜パターンを形成する膜パターンの形成方法であって、複数の液滴を、前記膜形成領域全体に、前記基板上に着弾した後の液滴の直径よりも大きいピッチで吐出する第 1 吐出工程と、複数の液滴を、前記膜形成領域全体の前記第 1 吐出工程における吐出位置と異なる位置に、前記基板上に着弾した後の前記液滴の直径よりも大きいピッチで吐出する第 2 吐出工程とを有することを特徴とする膜パターンの形成方法。

【請求項 2】 前記第 2 吐出工程におけるピッチが、前記第 1 吐出工程におけるピッチと略同一であることを特徴とする請求項 1 に記載の膜パターンの形成方法。

【請求項 3】 前記第 1 吐出工程におけるピッチが、前記基板上に着弾した後の液滴の直径の 2 倍以下であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の膜パターンの形成方法。

【請求項 4】 前記第 1 吐出工程におけるピッチが、前記基板上に着弾した後の液滴の直径よりも  $10\ \mu\text{m}$  以上大きいことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 の何れかに記載の膜パターンの形成方法。

【請求項 5】 前記第 2 吐出工程の後に、前記液体の複数の液滴を、前記膜形成領域全体に、前記第 1 吐出工程におけるピッチよりも小さいピッチで吐出する第 3 吐出工程を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 の何れかに記載の膜パターンの形成方法。

【請求項 6】 前記第 3 吐出工程におけるピッチが、前記基板上に着弾した後の前記液滴の直径以下であることを特徴とする請求項 5 に記載の膜パターンの形成方法。

【請求項 7】 前記基板と前記液体との接触角が  $60\ [\text{deg}]$  以上であることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 の何れかに記載の膜パターンの形成方法。

【請求項 8】 前記基板が、前記第 1 吐出工程に先立ち、前記液体に対する接触角が  $60\ [\text{deg}]$  以上となるように表面処理されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 7 の何れかに記載の膜パターンの形成方法。

【請求項 9】 前記膜形成成分が導電性微粒子を含有することを特徴とする請求項 1 から請求項 8 の何れかに記載の膜パターンの形成方法。

【請求項 10】 前記膜形成成分を、熱処理又は光処理によって導電膜に変換する工程を有することを特徴とする請求項 9 に記載の膜パターンの形成方法。

【請求項 11】 膜形成成分を含有した液体を、基板上の所定の膜形成領域にインクジェット法により吐出して膜パターンを形成する膜パターン形成装置であって、請求項 1 から請求項 10 の何れかに記載の膜パターンの形成方法によって膜パターンを形成することを特徴とす

る膜パターン形成装置。

【請求項 12】 前記膜形成成分が導電性微粒子であることを特徴とする請求項 11 に記載の膜パターン形成装置。

【請求項 13】 前記基板上に吐出された液体を、導電膜に変換する熱処理手段又は光処理手段を備えることを特徴とする請求項 12 に記載の膜パターンの形成装置。

【請求項 14】 請求項 9 又は請求項 10 に記載の膜パターンの形成方法によって形成されたことを特徴とする導電膜配線。

【請求項 15】 請求項 14 に記載された導電膜配線を備えることを特徴とする電気光学装置。

【請求項 16】 請求項 15 に記載された電気光学装置を備えることを特徴とする電子機器。

【請求項 17】 請求項 14 に記載された導電膜配線をアンテナ回路として備えることを特徴とする非接触型カード媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電極、アンテナ、電子回路、集積回路などの配線に使われる導電膜配線や、シリコン膜パターン等の膜パターンの形成方法及び形成装置に関する。また、本発明は、導電膜配線、電気光学装置、電子機器、並びに非接触型カード媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】電子回路または集積回路などに使われる配線の製造には、例えばリソグラフィ法が用いられている。このリソグラフィ法は、予め導電膜を塗布した基板上にレジストと呼ばれる感光材を塗布し、回路パターンを照射して現像し、レジストパターンに応じて導電膜をエッチングすることで配線を形成するものである。このリソグラフィ法は真空装置などの大掛かりな設備と複雑な工程を必要とし、また材料使用効率も数%程度でそのほとんどを捨ててしまわざるを得ず、製造コストが高かった。

【0003】これに対して、米国特許 5132248 号では、導電性微粒子を分散させた液体をインクジェット法にて基板に直接パターン塗布し、その後熱処理やレーザー照射を行って導電膜パターンに変換する方法が提案されている。この方法によれば、フォトリソグラフィが不要となり、プロセスが大幅に簡単なものになると共に、原材料の使用量も少なくてすむというメリットがある。

【0004】しかしながら、配線として使用するためには、導電性微粒子がある程度重なって厚膜化されて形成されることが必要である。すなわち、導電性微粒子が重なっていないと、導電性微粒子が互いに接触していない部分が断線等の原因となってしまう。また、厚膜化が不

十分であると電気抵抗が高くなり、伝導性に劣る配線となってしまう。ところが、導電性微粒子を分散させた液体をインクジェット法にて基板に直接パターン塗布する方法では、導電性微粒子を分散させた液体を用いるため、一定量の液体の吐出で塗布できる導電性微粒子の量には吐出時の粘度等の点から限界がある。一方、一度に多量の液体を吐出しようとする、配線の形成位置の制御が難しくなると共に、配線の線幅が太くなり電子回路等の集積化の要請に反してしまう。

【0005】そこで、インクジェット法による導電膜配線を適切に行うために、特開昭59-75205に開示されているように、基板上にバンク（隔壁）を設けて、吐出された液滴の位置を制御する方法が提案されている。バンクを用いると、ある程度まとまった吐出量で吐出しても、基板上に吐出された液滴はバンクとバンクとの間に留まり、線幅30 $\mu$ m程度の配線を1 $\mu$ m程度の位置精度で形成することが可能である。しかしながら、このようなバンクはフォトリソグラフィを用いて形成する必要があるため、コスト高につながってしまう。

【0006】また、予め撥液部と親液部のパターンを形成した基板の親液部に、インクジェット法により選択的に液体材料を吐出することも提案されている。この場合、導電性微粒子を分散させた液体は、親液部に留まり易いため、バンクを形成することなく、位置精度を保って配線を形成することが可能である。しかしながら、この方法ではマスク等を用いた親液部、撥液部のパターン形成の工程が必要であると共に、親液パターン上に正確に塗布するためのアライメントマークを設ける工程も必要となりプロセスが煩雑となる。また、親液部への吐出であるため液滴が濡れ広がり、膜厚の厚い導電膜の形成が困難となる。そこで、膜厚を厚くするために、吐出回数を多くすることも考えられるが、液体に対する撥液部の撥液性を相当に高くしないと、液体を親液部に収めることが困難となる。さらに、形成される配線の線幅は、基板の親液部の幅に限定される。

【0007】また、バンク形成も、撥液部と親液部のパターン形成も、いずれも必要としない方法として、本発明者らは、先に導電性微粒子を分散させた液体と基板との接触角を30 [deg]以上60 [deg]以下に制御する方法を提案した（特願2001-193679）。この発明は、接触角を30 [deg]以上とすることにより、基板着弾後の液体の濡れ広がりを抑えて厚膜化を可能とすると共に、接触角を60 [deg]以下とすることにより、基板上に着弾した液滴が既に基板上にある液滴と合体して液だまり（バルジ）を生じ、断線、短絡等の問題を引き起こすことを防ぐものである。本発明者らは、上記出願において、バルジの発生を一層回避するため、吐出する液滴と液滴との重なりが、液滴の直径の1～10%となるように、吐出間隔を制御することも提案した。さらに、吐出された液体を乾燥後、そ

の上に重ね塗りをすることも提案した。この場合、液体が乾燥した部分は親液性を有するので、後から吐出する液体が、液体が乾燥した部分に留まりやすく、一層の厚膜化が可能となるものである。

【0008】ここで、バルジと断線、短絡との関係について説明する。図13は、導電膜配線A1～A4において、バルジB1、B2、B3が発生した状態を示すものである。図13に示すように、導電膜配線A1上において発生したバルジB1が隣の導電膜配線A2に接触することにより、導電膜配線A1と導電膜配線A2とがX1において短絡している。また、バルジB1は、周囲の液滴が引き寄せられて発生するため、導電膜配線A1には、X2において断線が発生している。このように、バルジの発生は、導電膜配線の性能上、致命的な欠陥を招くものである。

【0009】しかしながら、上記特願2001-193679に係る方法は、バルジの発生は抑制されるものの、基板の撥液性が60 [deg]以下とあまり大きくないため、導電性微粒子を分散させた液体が基板着弾後に濡れ広がることを抑える効果が充分でなかった。そのため、厚膜化、細線化の要請を満たすために、一層の改善が求められていた。また、液体を乾燥後に重ね塗りをする場合も、基板の撥液性が60 [deg]以下とあまり大きくないため、液体を乾燥して親液性となった部分との撥水性の差が充分でなかった。そのため、重ね塗るときの液量が多すぎると、先に液体を乾燥した部分に留まらず、液体が基板上に流れ落ちてしまいやすく、線幅が太くなってしまいう問題があった。

【0010】次に、集積回路、薄膜トランジスタに応用されるシリコン薄膜のパターン形成は、熱CVD法、プラズマCVD法、光CVD法などにより基板全面にアモルファスやポリシリコンの膜を形成した後、フォトリソグラフィにて不要なシリコン膜部分を除去することによって行われるのが一般的である。

【0011】しかしこれらのCVD法とフォトリソグラフィによるシリコン薄膜パターンの形成においては、プロセス面では以下の点で更なる改良が待たれていた。

- ①気相反応を用いるため気相でシリコンの粒子が発生するため装置の汚染や異物の発生による生産歩留まりが低い。
- ②原料がガス状であるため、表面に凹凸のある基板上には均一膜厚のものが得られにくい。
- ③膜の形成速度が遅いため生産性が低い。
- ④プラズマCVD法においては複雑で高価な高周波発生装置や真空装置などが必要である。
- ⑤フォトリソグラフィはプロセスが複雑であり、原料の使用効率も低く、レジストやエッチング液などの大量の廃棄物が発生する。

【0012】また、材料面では毒性、反応性の高いガス状の水素化ケイ素を用いるため取り扱いに難点があるの

みでなく、ガス状であるため密閉状の真空装置が必要である。一般にこれらの装置は大幅かりなもので装置自体が高価であるのみでなく、真空系やプラズマ系に多大のエネルギーを消費するため製品のコスト高に繋がっている。

【0013】これに対して、あらかじめ撥液部と親液部のパターンを形成した基板に、有機ケイ素化合物を含有した液体をインクジェット法によって親液部のみに選択的に液体を塗布し、その後の熱処理などによってシリコン膜パターンに変換することによって、簡単な工程で精度よくシリコン膜パターンを形成する方法も提案されている。しかしながら、この方法ではマスク等を用いた親液部、撥液部のパターン形成の工程が必要であると共に、親液パターン上に正確に塗布するためのアライメントマークを設ける工程も必要となりプロセスが煩雑となる。また、シリコン膜パターンも、膜の一様性を保つためある程度の膜厚が必要であるが、親液部への吐出であるため液滴が濡れ広がり、膜厚を厚くすることが困難となる。そこで、吐出回数を多くすることも考えられるが、液体に対する撥液部の撥液性を相当に高くしないと、液体を親液部内に収めることが困難となる。さらに、形成されるシリコン膜パターンの幅は、基板の親液部の幅に限定される。

#### 【0014】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、インクジェット法による膜パターンの形成方法を改善し、簡単な工程で効率よく厚膜化を達成し、細線化の要請も満たし、しかも、導電膜とした場合に断線や短絡等の問題を生じない膜パターンの形成方法及び形成装置を提供することを課題とする。また、膜厚が厚く電気伝導に有利で、断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも微細に形成可能な導電膜配線を提供することを課題とする。さらに、配線部の断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも、小型化、薄型化が可能な電気光学装置及びこれを用いた電子機器並びに非接触型カード媒体を提供することを課題とする。

#### 【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の膜パターンの形成方法は、膜形成成分を含有した液体からなる液滴を、基板上の所定の膜形成領域に吐出して膜パターンを形成する膜パターンの形成方法であって、複数の液滴を、前記膜形成領域全体に、前記基板上に着弾した後の液滴の直径よりも大きいピッチで吐出する第1吐出工程と、複数の液滴を、前記膜形成領域全体の前記第1吐出工程における吐出位置と異なる位置に、前記基板上に着弾した後の前記液滴の直径よりも大きいピッチで吐出する第2吐出工程とを有することを特徴とする。

【0016】ここで「膜形成領域」とは膜パターンを形成すべき領域のことで、主として単一又は複数の直線で構成される。また、「前記膜形成領域全体」とは、膜形

成領域の全面を意味するものではなく、膜形成領域の特定領域（例えば、左右に引かれた直線の右半分等）のみに偏らない全体を意味する。また、「前記基板上に着弾した後の液滴の直径」とは、吐出された液滴が基板上に着弾した後に自然に広がり、その後乾燥に伴って縮小する間の最大直径をいう。すなわち、「前記基板上に着弾した後の液滴の直径よりも大きいピッチで吐出する」ことにより、続けて吐出する液滴が、着弾後に自然に広がった後も、互いに離間して接しないように吐出することを意味する。また、「異なる位置」とは、液滴の中心位置が異なることを意味し、第1工程によって吐出される液滴と第2工程によって吐出される液滴とは、互いに部分的に重なるか、あるいは完全に重ならないものである。

【0017】本発明によれば、第1吐出工程においても、第2吐出工程においても、液滴と液滴とが基板上の膜形成領域に互いに離間して吐出される。そのため、液滴が互いに合体してバルジを生じることがない。また、第1吐出工程と第2吐出工程とで吐出位置が異なるため、第1吐出工程による液滴の間隙を第2吐出工程により埋めていくことができる。なお、第2吐出工程において吐出される液滴が第1吐出工程において吐出された液滴と部分的に重なることは差し支えない。すなわち、第1吐出工程において吐出された液滴は、ある程度、又は完全に乾燥が進行しているため、両工程の液滴が互いに合体してバルジを生じる危険性が、同一の工程で重なり合う液滴を続けて吐出する場合と比較して低くなるからである。本発明によれば、バルジが生じる危険性が軽減されるので、基板の撥液性を高め、基板と液体との接触角を大きくすることができる。そのため、細線化、厚膜化が可能となる。また、インクジェット法によるため、基板が平坦でなく凹凸のあるものであっても膜を形成することができる。そのため、例えば、段差のある箇所をまたいで配線等の膜を形成することも可能である。

【0018】本発明において、前記第2吐出工程におけるピッチは、前記第1吐出工程におけるピッチと略同一であることが好ましい。これにより、工程を簡略化し、作業効率を向上させることができる。ただし、前記第2吐出工程におけるピッチを、前記第1吐出工程におけるピッチと略同一とすることは絶対的な要件ではない。たとえば、第2吐出工程におけるピッチを第1吐出工程におけるピッチの略2倍としたり、 $1/2$ 倍としたりすることも可能である。

【0019】本発明において、前記第1吐出工程におけるピッチは、前記基板上に着弾した後の液滴の直径の2倍以下であることが好ましい。この場合、第1吐出工程と第2吐出工程のみで、連続した線状の膜パターンを形成できるので、工程を簡略化し、作業効率を向上させることができる。なお、前記第1吐出工程におけるピッチが、前記基板上に着弾した後の液滴の直径の2倍を越え

る場合には、第2吐出工程の後に、さらに、別の吐出工程を1回以上行うことによって、連続した線状の膜パターンを形成することができる。

【0020】本発明において、前記第1吐出工程におけるピッチが、前記基板上に着弾した後の液滴の直径よりも10 $\mu$ m以上大きいことが好ましい。これにより、液滴の着弾位置の誤差を考慮しても、続けて吐出する液滴が互いに離間して接しないように吐出することを確実に行うことができる。

【0021】本発明において、前記第2吐出工程の後に、前記液体の複数の液滴を、前記膜形成領域全体に、前記第1吐出工程におけるピッチよりも小さいピッチで吐出する第3吐出工程を有することが好ましい。第1吐出工程及び第2吐出工程により吐出した液滴が完全に、又はある程度乾燥した部分は親液性が付与されており、第3吐出工程により吐出される液体がなじみやすい。そのため、本発明によれば、第3吐出工程により吐出される液滴を膜形成領域に留めることが容易になる。したがって、第3吐出工程におけるピッチは、第1吐出工程におけるピッチよりも小さいピッチで吐出することが可能となり、厚膜化を効率的に進めることが可能となるものである。特に、前記第3吐出工程におけるピッチは、前記基板上に着弾した後の液滴の直径以下とすることが好ましい。すなわち、第3吐出工程における液滴は、着弾後互いに接触するようなピッチとすることが好ましい。これにより、厚膜化を効率的に進めることが可能となるものである。

【0022】なお、第3吐出工程は、第1吐出工程及び第2吐出工程による液滴ができるだけ乾燥した後に行うことが好ましいが、完全に乾燥するまで待つ必要はない。完全でなくともある程度乾燥が進行していれば、異なる吐出工程間の液滴が互いに合体してバルジを生じる危険性が、同一の工程で重なり合う液滴を続けて吐出する場合と比較して低くなるからである。また、第3吐出工程は、第1吐出工程及び第2吐出工程によって、あるいは第1吐出工程及び第2吐出工程の後に、さらに別の吐出工程を1回以上行うことによって、連続した線状の膜パターンが形成されてから行うことが好ましい。これにより、第3吐出工程により吐出される液滴を膜形成領域に留めることがより容易になる。また、第3吐出工程は、1回だけでなく複数回行うことが好ましい。これにより、一層の厚膜化が達成できる。

【0023】本発明において、前記基板と前記液体との接触角が60〔deg〕以上であることが好ましい。これにより、第1吐出工程及び第2吐出工程においては、着弾した液滴の濡れ広がりを抑えることができる。また、第3吐出工程においては、第1吐出工程及び第2吐出工程により吐出した液滴が完全に、又はある程度乾燥した部分の親液性と、基板の撥水性との親液度の差が大きくなり、第3吐出工程により吐出される液滴を膜形成

領域に留めることがより容易になる。したがって、細線化、厚膜化が可能となる。なお、より好ましい接触角は90〔deg〕以上である。これにより、一層の細線化、厚膜化が可能となる。また、好ましい接触角の上限は110〔deg〕である。110〔deg〕を越えると、吐出された液滴が、着弾軌道に留まらず、基板上を移動する可能性があるからである。

【0024】本発明において、前記基板は、前記第1吐出工程に先立ち、前記液体に対する接触角が60〔deg〕以上となるように表面処理されていることが好ましい。これにより、第1吐出工程及び第2吐出工程においては、着弾した液滴の濡れ広がりを抑えることができる。また、第3吐出工程においては、第1吐出工程及び第2吐出工程により吐出した液滴が完全に、又はある程度乾燥した部分の親液性と、基板の撥水性との親液度の差が大きくなり、第3吐出工程により吐出される液滴を膜形成領域に留めることがより容易になる。したがって、細線化、厚膜化が可能となる。なお、より好ましい接触角は90〔deg〕以上である。これにより、一層の細線化、厚膜化が可能となる。また、好ましい接触角の上限は110〔deg〕である。110〔deg〕を越えると、着弾軌道に留まらず、基板上を移動する可能性があるからである。なお、接触角は、基板側と液体側の相互関係によって決まるため、液体側の性状にも依存する。しかし、インクジェット法により吐出する液体の性状には表面張力や粘度等に制限があるため、液体の性状のみを調整して接触角を調整することは事実上困難である。したがって、基板側の表面処理により接触角を調整することが適当である。

【0025】本発明は、前記膜形成成分が導電性微粒子を含有する場合に好適に適用できる。本発明によれば、膜厚が厚く電気伝導に有利で、断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも微細に形成可能な導電膜配線を形成することができる。この場合、前記膜形成成分を、熱処理又は光処理によって導電膜に変換する工程を有することが好ましい。これにより、導電性微粒子の導電性を発現させて、導電性を有する膜とすることができる。この熱処理又は光処理は、各吐出工程の後にその都度行っても良いし、すべての吐出工程が終了してから、まとめて一度に行ってもよい。なお、本発明は、シリコン膜パターンの形成や、ポリイミド等の絶縁膜パターンの形成、レジスト膜パターンの形成等にも好適に使用できる。

【0026】また、本発明の膜パターン形成装置は、膜形成成分を含有した液体を、基板上の所定の膜形成領域にインクジェット法により吐出して膜パターンを形成する膜パターン形成装置であって、上記何れかの発明に係る膜パターンの形成方法によって膜パターンを形成することを特徴とする。本発明によれば、簡単な工程で効率よく厚膜化を達成し、細線化の要請も満たし、しかも、導電膜とした場合に断線や短絡等の問題を生じない膜パ



ターン形成装置とすることができる。

【0027】本発明は、前記膜形成成分が導電性微粒子を含有する場合に好適に適用できる。本発明によれば、膜厚が厚く電気伝導に有利で、断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも微細に形成可能な導電膜配線を形成することができる。この場合、前記膜形成成分を導電膜に変換する熱処理手段又は光処理手段を備えることが好ましい。これにより、導電性微粒子の導電性を発現させて、導電性を有する膜とすることができる。

【0028】また、本発明の導電膜配線は、上記何れかの発明に係る膜パターンの形成方法によって形成されたことを特徴とする。本発明によれば、膜厚が厚く電気伝導に有利で、断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも微細に形成可能な導電膜配線とすることができる。

【0029】また、本発明の電気光学装置は、上記発明に係る導電膜配線を備えることを特徴とする。本発明の電気光学装置としては、例えば液晶表示装置、有機エレクトロルミネッセンス表示装置、プラズマ型表示装置等を挙げることができる。また、本発明に係る電子機器は、本発明に係る電気光学装置を備えることを特徴とする。また、本発明の非接触型カード媒体は、上記発明に係る導電膜配線をアンテナ回路として備えることを特徴とする。これらの発明によれば、配線部やアンテナの断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも、小型化、薄型化が可能な電気光学装置及びこれを用いた電子機器並びに非接触型カード媒体を提供することができる。

#### 【0030】

【発明の実施の形態】次に、本発明に係る実施形態について詳細に説明する。

〔第1実施形態〕第1実施形態として、本発明の膜パターン形成方法の一例である配線形成方法について説明する。本実施形態に係る配線形成方法は、表面処理工程と吐出工程と熱処理／光処理工程とから構成される。この内吐出工程は、分散液調製工程、第1吐出工程、第2吐出工程、第3吐出工程から構成される。以下、各工程について説明する。

【0031】（表面処理工程）導電膜配線を形成すべき基板としては、Siウエハー、石英ガラス、ガラス、プラスチックフィルム、金属板など各種のものをを用いることができる。また、これら各種の素材基板の表面に半導体膜、金属膜、誘電体膜、有機膜などが下地層として形成されたものを導電膜配線を形成すべき基板として用いてもよい。この導電膜配線を形成すべき基板の表面を、導電性微粒子を含有した液体に対する所定の接触角が、60 [deg]以上、好ましくは90 [deg]以上110 [deg]以下となるように表面処理を施す。このように表面の撥液性（濡れ性）を制御するためには、以下に説明する種々の表面処理方法が採用できる。

【0032】表面処理の方法の一つとして、導電膜配線を形成すべき基板の表面に、有機分子膜などからなる自

己組織化膜を形成する方法が挙げられる。基板表面を処理するための有機分子膜は、基板に結合可能な官能基と、その反対側に親液基あるいは撥液基といった基板の表面性を改質する（表面エネルギーを制御する）官能基と、これらの官能基を結ぶ炭素の直鎖あるいは一部分岐した炭素鎖を備えており、基板に結合して自己組織化して分子膜、例えば単分子膜を形成するものである。

【0033】自己組織化膜とは基板など下地層等構成原子と反応可能な結合性官能基とそれ以外の直鎖分子とからなり、該直鎖分子の相互作用により極めて高い配向性を有する化合物を、配向させて形成された膜である。この自己組織化膜は、単分子を配向させて形成されているので、極めて膜厚を薄くすることができ、しかも、分子レベルで均一な膜となる。即ち、膜の表面に同じ分子が位置するため、膜の表面に均一でしかも優れた撥液性や親液性を付与することができる。

【0034】上記の高い配向性を有する化合物として、例えばフルオロアルキルシランを用いた場合には、膜の表面にフルオロアルキル基が位置するように各化合物が配向されて自己組織化膜が形成されるので、膜の表面に均一な撥液性が付与される。

【0035】このような自己組織化膜を形成する化合物としては、ヘプタデカフルオロ-1, 1, 2, 2テトラヒドロデシルトリエトキシシラン、ヘプタデカフルオロ-1, 1, 2, 2テトラヒドロデシルトリメトキシシラン、ヘプタデカフルオロ-1, 1, 2, 2テトラヒドロデシルトリクロロシラン、トリデカフルオロ-1, 1, 2, 2テトラヒドロオクチルトリエトキシシラン、トリデカフルオロ-1, 1, 2, 2テトラヒドロオクチルトリメトキシシラン、トリデカフルオロ-1, 1, 2, 2テトラヒドロオクチルトリクロロシラン、トリフルオロプロピルトリメトキシシラン等のフルオロアルキルシラン（以下「FAS」という）を挙げることができる。使用に際しては、一つの化合物を単独で用いるのも好ましいが、2種以上の化合物を組合せて使用しても、本発明の所期の目的を損なわなければ制限されない。また、本発明においては、前記の自己組織化膜を形成する化合物として、前記FASを用いるのが、基板との密着性及び良好な撥液性を付与する上で好ましい。

【0036】FASは、一般的に構造式 $R_nSiX_{(4-n)}$ で表される。ここでnは1以上3以下の整数を表し、Xはメトキシ基、エトキシ基、ハロゲン原子などの加水分解基である。またRはフルオロアルキル基であり、 $(CF_2)_x(CH_2)_y$ の（ここでxは0以上10以下の整数を、yは0以上4以下の整数を表す）構造を持ち、複数のR又はXがSiに結合している場合には、R又はXはそれぞれすべて同じでも良いし、異なってもよい。Xで表される加水分解基は加水分解によりシラノールを形成して、基板（ガラス、シリコン）等の下地のヒドロキシル基と反応してシロキサ



ン結合で基板と結合する。一方、Rは表面に(CF<sub>3</sub>)等のフルオロ基を有するため、基板等の下地表面を濡れない(表面エネルギーが低い)表面に改質する。

【0037】有機分子膜などからなる自己組織化膜は、上記の原料化合物と基板とを同一の密閉容器中に入れておき、室温の場合は2～3日程度の間放置すると基板上に形成される。また、密閉容器全体を100℃に保持することにより、3時間程度で基板上に形成される。以上に述べたのは、気相からの形成法であるが、液相からも自己組織化膜は形成可能である。例えば、原料化合物を含む溶液中に基板を浸漬し、洗浄、乾燥することで基板上に自己組織化膜が得られる。なお、自己組織化膜を形成する前に、基板表面に紫外光を照射したり、溶媒により洗浄したりして、前処理を施すことが望ましい。

【0038】表面処理の他の方法として、常圧又は真空中でプラズマ照射する方法が挙げられる。プラズマ処理に用いるガス種は、導電膜配線を形成すべき基板の表面材質等を考慮して種々選択できる。たとえば、4フッ化メタン、パーフルオロヘキサン、パーフルオロデカン等を処理ガスとして使用できる。

【0039】表面処理は、所望の撥液性を有するフィルム、例えば4フッ化エチレン加工されたポリイミドフィルム等を基板表面に貼着することによっても行うことができる。なお、ポリイミドフィルムをそのまま基板として用いてもよい。また、基板表面が所望の撥液性よりも高い撥液性を有する場合、それを親液化する方法として、170～400nmの紫外光を照射する方法や、基板をオゾン雰囲気中に曝す方法が挙げられる。

【0040】(分散液調製工程)次に、表面処理後の基板上に吐出する導電性微粒子を含有する液体について説明する。導電性微粒子を含有する液体としては、導電性微粒子を分散媒に分散させた分散液を用いる。ここで用いられる導電性微粒子は、金、銀、銅、パラジウム、ニッケルの何れかを含有する金属微粒子の他、導電性ポリマーや超電導体の微粒子などが用いられる。これらの導電性微粒子は、分散性を向上させるために表面に有機物などをコーティングして使うこともできる。導電性微粒子の表面にコーティングするコーティング材としては、例えばキシレン、トルエン等の有機溶剤やクエン酸等が挙げられる。導電性微粒子の粒径は5nm以上0.1μm以下であることが好ましい。0.1μmより大きいと、ノズルの目詰まりが起りやすく、インクジェット法による吐出が困難になるからである。また、5nmより小さいと、導電性微粒子に対するコーティング剤の体積比が大きくなり、得られる膜中の有機物の割合が過多となるからである。

【0041】導電性微粒子を含有する液体の分散媒としては、室温での蒸気圧が0.001mmHg以上200mmHg以下(約0.133Pa以上26600Pa以下)であるものが好ましい。蒸気圧が200mmHgより

高い場合には、吐出後に分散媒が急激に蒸発してしまい、良好な膜を形成することが困難となるためである。また、分散媒の蒸気圧は0.001mmHg以上50mmHg以下(約0.133Pa以上6650Pa以下)であることがより好ましい。蒸気圧が50mmHgより高い場合には、インクジェット法で液滴を吐出する際に乾燥によるノズル詰まりが起り易く、安定な吐出が困難となるためである。一方、室温での蒸気圧が0.001mmHgより低い分散媒の場合、乾燥が遅くなり膜中に分散媒が残留しやすくなり、後工程の熱および/または光処理後に良質の導電膜が得られにくい。

【0042】使用する分散媒としては、上記の導電性微粒子を分散できるもので、凝集を起こさないものであれば特に限定されないが、水の他に、メタノール、エタノール、プロパノール、ブタノールなどのアルコール類、n-ヘプタン、n-オクタン、デカン、トルエン、キシレン、シメン、デュレン、インデン、ジペンテン、テトラヒドロナフタレン、デカヒドロナフタレン、シクロヘキシルベンゼンなどの炭化水素系化合物、またエチレングリコールジメチルエーテル、エチレングリコールジエチルエーテル、エチレングリコールメチルエチルエーテル、ジエチレングリコールジメチルエーテル、ジエチレングリコールジエチルエーテル、ジエチレングリコールメチルエチルエーテル、1,2-ジメトキシエタン、ビス(2-メトキシエチル)エーテル、p-ジオキサンなどのエーテル系化合物、更にプロピレンカーボネート、γ-ブチロラクトン、N-メチル-2-ピロリドン、ジメチルホルムアミド、ジメチルスルホキシド、シクロヘキサノンなどの極性化合物を挙げることができる。これらのうち、微粒子の分散性と分散液の安定性、またインクジェット法への適用のし易さの点で、水、アルコール類、炭化水素系化合物、エーテル系化合物が好ましく、更に好ましい分散媒としては水、炭化水素系化合物を挙げることができる。これらの分散媒は、単独でも、あるいは2種以上の混合物としても使用できる。

【0043】上記導電性微粒子を分散媒に分散する場合の分散質濃度は1質量%以上80質量%以下であり、所望の導電膜の膜厚に応じて調整することができる。80質量%を超えると凝集をおこしやすくなり、均一な膜が得にくい。

【0044】上記導電性微粒子の分散液の表面張力は0.02N/m以上0.07N/m以下の範囲に入ることが好ましい。インクジェット法にて液体を吐出する際、表面張力が0.02N/m未満であると、インク組成物のノズル面に対する濡れ性が増大するため飛行曲りが生じ易くなり、0.07N/mを超えるとノズル先端でのメニスカスの形状が安定しないため吐出量、吐出タイミングの制御が困難になるためである。

【0045】表面張力を調整するため、上記分散液には、基板との接触角を不当に低下させない範囲で、フッ

素系、シリコン系、ノニオン系などの表面張力調節剤を微量添加することができる。ノニオン系表面張力調節剤は、液体の基板への濡れ性を良好化し、膜のレベリング性を改良し、塗膜のぶつぶつの発生、ゆず肌の発生などの防止に役立つものである。上記分散液は、必要に応じて、アルコール、エーテル、エステル、ケトン等の有機化合物を含んでいても差し支えない。

【0046】上記分散液の粘度は $1\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以上 $50\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下であることが好ましい。インクジェット法にて吐出する際、粘度が $1\text{ mPa}\cdot\text{s}$ より小さい場合にはノズル周辺部がインクの流出により汚染されやすく、また粘度が $50\text{ mPa}\cdot\text{s}$ より大きい場合は、ノズル孔での目詰まり頻度が高くなり円滑な液滴の吐出が困難となるためである。

【0047】（第1吐出工程）本実施形態では、配線形成領域が直線である場合について説明する。まず、上記分散液の液滴 $L_1$ をインクジェットヘッドHから吐出して基板W上の配線形成領域に滴下する。図1に示すように、液滴 $L_1$ は、液滴 $L_1$ が基板W上に着弾した後の直径よりも大きいピッチで吐出する。すなわち、液滴 $L_1$ が基板W上で互いに接しないように、一定の間隔をおいて吐出する。

【0048】液滴 $L_1$ を配線形成領域全体に吐出した後、分散媒の除去を行うため、必要に応じて乾燥処理をする。乾燥処理は、例えば基板Wを加熱する通常のホットプレート、電気炉などによる処理の他、ランプアニールによって行なうこともできる。ランプアニールに使用する光の光源としては、特に限定されないが、赤外線ランプ、キセノンランプ、YAGレーザー、アルゴンレーザー、炭酸ガスレーザー、XeF、XeCl、XeBr、KrF、KrCl、ArF、ArClなどのエキシマレーザーなどを光源として使用することができる。これらの光源は一般には、出力 $10\text{ W}$ 以上 $5000\text{ W}$ 以下の範囲のものが用いられるが、本実施形態では $100\text{ W}$ 以上 $1000\text{ W}$ 以下の範囲で十分である。

【0049】なお、この際、分散媒の除去だけでなく、分散液を導電膜に変換するまで、加熱や光照射の度合いを高めても差し支えない。しかし、導電膜の変換は、すべての吐出工程が終了してから熱処理／光処理工程においてまとめて行えば良いので、第1吐出工程では、分散媒をある程度除去できれば十分である。したがって、熱処理の場合は、通常 $100^\circ\text{C}$ 程度の加熱を数分行えば十分である。また、乾燥処理は吐出と平行して同時に進行させることも可能である。例えば、加熱した基板Wに吐出したり、インクジェットヘッドHを冷却して、沸点の低い分散媒を使用したりすることにより、基板W着弾直後から乾燥を進行させることができる。乾燥後、液滴 $L_1$ は乾燥膜 $S_1$ となる。図2に示すように乾燥膜 $S_1$ の体積は分散媒の除去により著しく減少しており、粘度も上昇して配線形成領域の所定の位置に固定されやすくなっ

ている。

【0050】（第2吐出工程）次に、上記分散液の液滴 $L_2$ をインクジェットヘッドHから吐出して基板W上の配線形成領域に滴下する。なお、液滴 $L_2$ は液滴 $L_1$ と同じ分散液の液滴であって、体積も同じである。図3に示すように、液滴 $L_2$ は、液滴 $L_1$ と液滴 $L_1$ との略中央に滴下する。すなわち、液滴 $L_2$ と液滴 $L_1$ とのピッチは同じであって、液滴 $L_2$ も基板W上に着弾した後の直径よりも大きいピッチで吐出する。したがって、液滴 $L_2$ も基板W上で互いに接しないようになる。このとき、液滴 $L_2$ と乾燥膜 $S_1$ とが接するが、乾燥膜 $S_1$ は既に分散媒が完全に又はある程度除去されているので、両者が引き合ってバルジを生じさせることはない。なお、図3では、液滴 $L_2$ の滴下開始位置を液滴 $L_1$ と同じ図面左側からとしたが、逆方向（図面右側）から滴下を開始してもよい。この場合、インクジェットヘッドHと基板Wとの相対移動を一往復することにより、第1吐出工程と第2吐出工程とを行うことができる。

【0051】液滴 $L_2$ を配線形成領域全体に吐出した後、分散媒の除去を行うため、第1吐出工程と同様に、必要に応じて乾燥処理をする。この場合も、分散媒の除去だけでなく、分散液を導電膜に変換するまで、加熱や光照射の度合いを高めても差し支えないが、分散媒をある程度除去できれば十分である。乾燥処理を吐出と平行して同時に進行させ得ることも第1吐出工程と同様である。乾燥後、液滴 $L_2$ は乾燥膜 $S_2$ となる。図4に示すように乾燥膜 $S_2$ の体積は分散媒の除去により著しく減少しており、粘度も上昇して配線形成領域の所定の位置に固定されやすくなっている。これにより、乾燥膜 $S_1$ と乾燥膜 $S_2$ とが連続した線状の乾燥膜パターンが形成される。

【0052】ここで、第1吐出工程と第2吐出工程における吐出位置について、図5の平面図を用いてより詳細に説明する。図5に示すように、液滴 $L_1$ のピッチ $P_1$ は、液滴 $L_1$ の基板W上に着弾した後の直径 $R_1$ より大きく、液滴 $L_1$ は間隔 $d_1$ （ $d_1 = P_1 - R_1$ ）をおいて吐出される。また、液滴 $L_2$ のピッチ $P_2$ は、液滴 $L_2$ の基板W上に着弾した後の直径 $R_2$ より大きく、液滴 $L_2$ は間隔 $d_2$ （ $d_2 = P_2 - R_2$ ）をおいて吐出される。ここで、液滴 $L_1$ と液滴 $L_2$ との体積は等しくされており、ほぼ $R_1 = R_2$ の関係にあるが、第2吐出工程の際は、乾燥膜 $S_1$ 上は基板W上より親液性が増しているため、 $R_2$ は $R_1$ と比較して、長さ方向に若干大きくなる。また、ピッチ $P_1$ とピッチ $P_2$ とは等しくされており、ほぼ $d_1 = d_2$ の関係となっているが、 $R_2$ が $R_1$ と比較して、長さ方向に若干大きくなるため、 $d_2$ は $d_1$ と比較して若干小さくなる。また、 $d_1$ は $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上とすることが好ましい。これにより、液滴の着弾位置の誤差や $R_2$ が若干大きくなることを考慮しても、続けて吐出する液滴が互いに離間して接しないように吐出することを確実に行うことが

できる。

【0053】（第3吐出工程）次に、上記分散液の液滴 $L_3$ をインクジェットヘッドHから吐出して基板W上の配線形成領域における乾燥膜 $S_1$ と液滴乾燥膜 $S_2$ の上に滴下する。なお、液滴 $L_3$ も液滴 $L_1$ や液滴 $L_2$ と同じ分散液の液滴であって、体積も同じである。図6に示すように、液滴 $L_3$ のピッチ $P_3$ は、ピッチ $P_1$ やピッチ $P_2$ より小さく、かつ液滴 $L_3$ の基板W上に着弾した後の直径 $R_3$ よりも小さい。したがって、液滴 $L_3$ は基板W上で互いに重なるようになる。このとき液滴 $L_3$ が着弾する基板Wは、乾燥膜 $S_1$ 及び乾燥膜 $S_2$ に接するが、乾燥膜 $S_1$ 及び乾燥膜 $S_2$ は既に分散媒が完全に又はある程度除去されているので、これらの乾燥膜と液滴 $L_3$ とが両者が引き合ってバルジを生じさせることはない。また、液滴 $L_3$ は互いに重なるが、配線形成領域は乾燥膜 $S_1$ 及び乾燥膜 $S_2$ によって親液化化されているので、液滴 $L_3$ が配線形成領域をはずれず、接触角が60 [deg]以上、好ましくは90 [deg]以上に処理された配線形成領域外に流れ出ることがない。したがって、液滴 $L_3$ は配線形成領域内に留まり易く、互いに引き合ってバルジを生じることもなく、線幅も増加することがない。なお、液滴 $L_3$ と液滴 $L_2$ との重り $d_3$ は $R_3$ の20～50%とすることが好ましい。これにより、効果的に膜厚を増加させることができ、かつ、液量が過多になって配線形成領域外にあふれるのを防止することができる。

【0054】液滴 $L_3$ を配線形成領域全体に吐出する工程は、複数回繰り返すことができる。これにより、所望の膜厚の配線を得ることができる。この場合、各吐出する工程の後に、分散媒の除去を行うため、第1吐出工程や第2吐出工程と同様に、必要に応じて乾燥処理をする。この場合も、分散媒の除去だけでなく、分散液を導電膜に変換するまで、加熱や光照射の度合いを高めても差し支えないが、分散媒をある程度除去できれば十分である。乾燥処理を吐出と平行して同時に進行させ得ることも第1吐出工程や第2吐出工程と同様である。乾燥後、液滴 $L_3$ は乾燥膜 $S_3$ （図示せず）となる。乾燥膜 $S_3$ の体積は分散媒の除去により著しく減少しており、粘度も上昇して配線形成領域の所定の位置に固定されやすくなっている。そのため、複数回液滴 $L_3$ を配線形成領域全体に吐出する工程を繰り返しても、各々の工程間の液滴が互いに引き合ってバルジを生じることがない。また、先に液滴が滴下された部分は親液化化されているので、液滴 $L_3$ が配線形成領域外に流れ出ることがない。したがって、液滴 $L_3$ は繰り返し吐出しても配線形成領域内に留まり易く、互いに引き合ってバルジを生じることもなく、線幅も増加することがない。以上の工程により、ほぼ液滴の直径と等しい線幅を保ちながら、所望の厚さの乾燥膜層を形成することができる。

【0055】（熱処理／光処理工程）吐出工程後の乾燥膜は、微粒子間の電気的接触をよくするために、分散媒

を完全に除去する必要がある。また、導電性微粒子の表面に分散性を向上させるために有機物などのコーティング材がコーティングされている場合には、このコーティング材も除去する必要がある。そのため、吐出工程後の基板には熱処理及び／又は光処理が施される。

【0056】熱処理及び／又は光処理は通常大気中で行なわれるが、必要に応じて、窒素、アルゴン、ヘリウムなどの不活性ガス雰囲気中で行なうこともできる。熱処理及び／又は光処理の処理温度は、分散媒の沸点（蒸気圧）、雰囲気ガスの種類や圧力、微粒子の分散性や酸化性等の熱的挙動、コーティング材の有無や量、基材の耐熱温度などを考慮して適宜決定される。たとえば、有機物からなるコーティング材を除去するためには、約300℃で焼成することが必要である。また、プラスチックなどの基板を使用する場合には、室温以上100℃以下で行なうことが好ましい。

【0057】熱処理及び／又は光処理は通常のホットプレート、電気炉などによる処理の他、ランプアニールによって行なうこともできる。ランプアニールに使用する光の光源としては、特に限定されないが、赤外線ランプ、キセノンランプ、YAGレーザー、アルゴンレーザー、炭酸ガスレーザー、XeF、XeCl、XeBr、KrF、KrCl、ArF、ArClなどのエキシマレーザーなどを光源として使用することができる。これらの光源は一般には、出力10W以上5000W以下の範囲のものが用いられるが、本実施形態では100W以上1000W以下の範囲で十分である。以上の工程により吐出工程後の乾燥膜は微粒子間の電気的接触が確保され、導電膜に変換される。

【0058】本実施形態により形成される導電膜は、分散液一滴の基板に着弾後の直径とほぼ同等の幅で形成することが可能である。また、第3吐出工程を繰り返すことにより、この線幅を維持したまま所望の膜厚を得ることが可能である。すなわち、本実施形態によれば、バルジを生じさせることなく細線化、厚膜化を達成することができる。したがって、本実施形態によれば、膜厚が厚く電気伝導に有利で、断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも微細に形成可能な導電膜配線を形成することができる。

【0059】〔第2実施形態〕第2実施形態として、本発明の膜パターン形成装置の一例として、上記第1実施形態の配線形成方法を実施するための配線形成装置について説明する。図7は、本実施形態に係る配線形成装置の概略斜視図である。図7に示すように、配線形成装置100は、インクジェットヘッド群1と、インクジェットヘッド群1をX方向に駆動するためのX方向ガイド軸2と、X方向ガイド軸2を回転させるX方向駆動モータ3とを備えている。また、基板Wを載置するための載置台4と、載置台4をY方向に駆動するためのY方向ガイド軸5と、Y方向ガイド軸5を回転させるY方向駆動モ

ータ6とを備えている。また、X方向ガイド軸2とY方向ガイド軸5とが、各々所定の位置に固定される基台7を備え、その基台7の下部には、制御装置8を備えている。さらに、クリーニング機構部14およびヒータ15とを備えている。

【0060】インクジェットヘッド群1は、導電性微粒子を含有する分散液をノズル（吐出口）から吐出して所定間隔で基板に付与する複数のインクジェットヘッドを備えている。そして、これら複数のインクジェットヘッド各々から、制御装置8から供給される吐出電圧に応じて個別に分散液を吐出できるようになっている。インクジェットヘッド群1はX方向ガイド軸2に固定され、X方向ガイド軸2には、X方向駆動モータ3が接続されている。X方向駆動モータ3は、ステッピングモータ等であり、制御装置8からX軸方向の駆動パルス信号が供給されると、X方向ガイド軸2を回転させるようになっている。そして、X方向ガイド軸2が回転させられると、インクジェットヘッド群1が基台7に対してX軸方向に移動するようになっている。

【0061】載置台4は、この配線形成装置100によって分散液を付与される基板Wを載置させるもので、この基板Wを基準位置に固定する機構を備えている。載置台4はY方向ガイド軸5に固定され、Y方向ガイド軸5には、Y方向駆動モータ6、16が接続されている。Y方向駆動モータ6、16は、ステッピングモータ等であり、制御装置8からY軸方向の駆動パルス信号が供給されると、Y方向ガイド軸5を回転させるようになっている。そして、Y方向ガイド軸5が回転させられると、載置台4が基台7に対してY軸方向に移動するようになっている。

【0062】クリーニング機構部14は、インクジェットヘッド群1をクリーニングする機構を備えている。クリーニング機構部14は、Y方向の駆動モータ16によってY方向ガイド軸5に沿って移動するようになっている。クリーニング機構部14の移動も、制御装置8によって制御されている。

【0063】ヒータ15は、ここではランプアニールにより基板Wを熱処理する手段であり、基板上に吐出された液体の蒸発・乾燥を行うとともに導電膜に変換するための熱処理を行うようになっている。このヒータ15の電源の投入及び遮断も制御装置8によって制御されるようになっている。

【0064】本実施形態の配線形成装置100において、所定の配線形成領域に分散液を吐出するためには、制御装置8から所定の駆動パルス信号をX方向駆動モータ3及び／又はY方向駆動モータ6とに供給し、インクジェットヘッド群1及び／又は載置台4を移動させることにより、インクジェットヘッド群1と基板W（載置台4）とを相対移動させる。そして、この相対移動の間にインクジェットヘッド群1における所定のインクジェ

ットヘッドに制御装置8から吐出電圧を供給し、当該インクジェットヘッドから分散液を吐出させる。

【0065】本実施形態の配線形成装置100において、インクジェットヘッド群1の各ヘッドからの液滴の吐出量は、制御装置8から供給される吐出電圧の大きさによって調整できる。また、基板Wに吐出される液滴のピッチは、インクジェットヘッド群1と基板W（載置台4）との相対移動速度及びインクジェットヘッド群1からの吐出周波数（吐出電圧供給の周波数）によって決定される。

【0066】本実施形態において、第1吐出工程と第2吐出工程では、同一の配線形成領域に分散液を同一のピッチで吐出するが、第2吐出工程の吐出開始位置は図5に示すように、第1吐出工程における1滴目と2滴目との中間、又は最後から1滴目と2滴目との中間とする。また、第3吐出工程では、第1吐出工程と第2吐出工程と同一の配線形成領域に第1吐出工程とほぼ同じ位置、又は終端から分散液を吐出するが、そのピッチは、第1吐出工程及び第2吐出工程よりも狭いものとする。

【0067】本実施形態の配線形成装置100によれば、分散液一滴の基板上に着弾後の直径とほぼ同等の幅で形成することが可能である。また、第3吐出工程を繰り返すことにより、この線幅を維持したまま所望の膜厚を得ることが可能である。すなわち、本実施形態によれば、パルジを生じさせることなく細線化、厚膜化を達成することができる。したがって、本実施形態によれば、膜厚が厚く電気伝導に有利で、断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも微細に形成可能な導電膜配線を形成することができる。

【0068】〔第3実施形態〕第3実施形態として、本発明の膜パターン形成方法の一例であるシリコン膜パターン形成方法について説明する。本実施形態に係るシリコン膜パターン形成方法は、表面処理工程と吐出工程と熱処理／光処理工程とから構成される。この内吐出工程は、溶液調製工程、第1吐出工程、第2吐出工程、第3吐出工程から構成される。以下、各工程について説明する。

【0069】（表面処理工程）シリコン薄膜パターンを形成すべき基板としては、Siウエハー、石英ガラス、ガラス、プラスチックフィルム、金属板など各種のものをを用いることができる。また、これら各種の素材基板の表面に半導体膜、金属膜、誘電体膜、有機膜などが下地層として形成されたものをシリコン薄膜パターンを形成すべき基板として用いてもよい。このシリコン薄膜パターンを形成すべき基板の表面を、有機ケイ素化合物を含有した液体に対する所定の接触角が、60[deg]以上、好ましくは90[deg]以上110[deg]以下となるように表面処理を施す。このように表面の撥液性（濡れ性）を制御する方法は第1実施形態と同様なので、その説明を省略する。

【0070】（溶液調製工程）次に、表面処理後の基板上に吐出する有機ケイ素化合物を含有する液体について説明する。有機ケイ素化合物を含有する液体としては、有機ケイ素化合物を溶媒に溶解させた溶液を用いる。ここで用いられる有機ケイ素化合物は、一般式  $\text{Si}_n\text{X}_m$ （ここで、Xは水素原子および／またはハロゲン原子を表し、nは3以上の整数を表し、mはnまたは2n-2または2nまたは2n+2の整数を表す）で表される環系を有するシラン化合物であることを特徴とする。ここでnは3以上であるが、熱力学的安定性、溶解性、精製の容易性などの点でnは5～20程度、特に5あるいは6の環状シラン化合物が好ましい。5より小さい場合にはシラン化合物自体が環による歪みにより不安定になるため取り扱いに難点が生じる。またnが20より大きい場合にはシラン化合物の凝集力に起因する溶解性の低下が認められ使用する溶媒の選択が狭まる。また、本発明に使用するシラン化合物の一般式  $\text{Si}_n\text{X}_m$  中のXは水素原子および／またはハロゲン原子である。これらのシラン化合物はシリコン膜への前駆体化合物であるため、熱処理および／または光処理で最終的にはアモルファス或いは多結晶状シリコンにする必要があり、ケイ素-水素結合、ケイ素-ハロゲン結合は上記の処理で開裂し新たにケイ素-ケイ素結合が生じ最終的にシリコンへと変化されるものである。ハロゲン原子としては、通常フッ素原子、塩素原子、臭素原子、碘素原子であり、上記結合開裂の点で塩素、臭素が好ましい。Xは水素原子単独またはハロゲン原子単独でもよいし、水素原子とハロゲン原子の総和がmとなるような部分ハロゲン化シラン化合物でもよい。

【0071】さらに、これらのシラン化合物は必要に応じてホウ素やリンなどの第三族あるいは第五族の元素で変性した化合物を使用することもできる。変性シラン化合物の具体例としては、炭素原子を含まないものが好ましく、一般式  $\text{Si}_n\text{X}_a\text{Y}_c$ （ここで、Xは水素原子および／またはハロゲン原子を表し、Yはホウ素原子またはリン原子を表し、aは3以上の整数を表し、bはa以上で2a+c+2以下の整数を表し、cは1以上でa以下の整数を表す）で表される変性シラン化合物が挙げられる。ここで、熱力学的安定性、溶解性、精製の容易性などの点でaとcの和が5～20程度、特に5あるいは6の変性シラン化合物が好ましい。a+cが5より小さい場合には変性シラン化合物自体が環による歪みにより不安定になるため取り扱いに難点が生じる。またa+cが20より大きい場合には変性シラン化合物の凝集力に起因する溶解性の低下が認められ使用する溶媒の選択が狭まる。また、上記変性シラン化合物の一般式  $\text{Si}_n\text{X}_a\text{Y}_c$  中のXは、上記の  $\text{Si}_n\text{X}_m$  で表される無変性のシラン化合物の一般式中におけるXと同様に水素原子および／またはハロゲン原子であり、通常フッ素原子、塩素原子、臭素原子、碘素原子であり、上記結合開裂の点で塩

素、臭素が好ましい。Xは水素原子単独またはハロゲン原子単独でもよいし、水素原子とハロゲン原子の総和がbとなるような部分ハロゲン化シラン化合物でもよい。

【0072】有機ケイ素化合物を含有する液体の溶媒としては、室温での蒸気圧が0.001mmHg以上200mmHg以下（約0.133Pa以上26600Pa以下）であるものが好ましい。蒸気圧が200mmHgより高い場合には、吐出後に溶媒が急激に蒸発してしまい、良好な膜を形成することが困難となるためである。また、溶媒の蒸気圧は0.001mmHg以上50mmHg以下（約0.133Pa以上6650Pa以下）であることがより好ましい。蒸気圧が50mmHgより高い場合には、インクジェット法で液滴を吐出する際に乾燥によるノズル詰まりが起こり易く、安定な吐出が困難となるためである。一方、室温での蒸気圧が0.001mmHgより低い溶媒の場合、乾燥が遅くなり膜中に溶媒が残留しやすくなり、後工程の熱および／または光処理後に良質の導電膜が得られにくい。

【0073】使用する溶媒としては、上記の有機ケイ素化合物を溶解できるものであれば特に限定されないが、n-ヘプタン、n-オクタン、デカン、トルエン、キシレン、シメン、デュレン、インデン、ジペンテン、テトラヒドロナフタレン、デカヒドロナフタレン、シクロヘキシルベンゼンなどの炭化水素系溶媒の他、エチレングリコールジメチルエーテル、エチレングリコールジエチルエーテル、ジエチレングリコールジメチルエーテル、ジエチレングリコールジエチルエーテル、ジエチレングリコールメチルエチルエーテル、1,2-ジメトキシエタン、ビス(2-メトキシエチル)エーテル、p-ジオキサンなどのエーテル系溶、さらにプロピレンカーボネート、γ-ブチロラクトン、N-メチル-2-ピロリドン、ジメチルホルムアミド、ジメチルスルホキシド、シクロヘキサノンなどの極性溶媒を挙げることができる。これらの内、有機ケイ素化合物の溶解性と該溶液の安定性の点で炭化水素系溶媒、エーテル系溶媒が好ましく、さらに好ましい溶媒としては炭化水素系溶媒を挙げることができる。これらの溶媒は、単独でも、或いは2種以上の混合物としても使用できる。

【0074】上記有機ケイ素化合物を溶媒に溶解する場合の溶解質濃度は1質量%以上80質量%以下であり、所望のシリコン膜厚に応じて調整することができる。80質量%を超えると凝集をおこしやすくなり、均一な膜が得にくい。

【0075】上記有機ケイ素化合物の溶液の表面張力は0.02N/m以上0.07N/m以下の範囲に入ることが好ましい。インクジェット法にて液体を吐出する際、表面張力が0.02N/m未満であると、インク組成物のノズル面に対する濡れ性が増大するため飛行曲りが生じ易くなり、0.07N/mを超えるとノズル先端

でのメニスカスの形状が安定しないため吐出量、吐出タイミングの制御が困難になるためである。

【0076】表面張力を調整するため、上記溶液には、基板との接触角を不当に低下させない範囲で、フッ素系、シリコン系、ノニオン系などの表面張力調節剤を微量添加することができる。ノニオン系表面張力調節剤は、液体の基板への濡れ性を良好化し、膜のレベリング性を改良し、塗膜のぶつぶつの発生、ゆず肌の発生などの防止に役立つものである。上記溶液には、必要に応じて、アルコール、エーテル、ケトン等の有機化合物等を含んでいても差し支えない。

【0077】上記溶液の粘度は $1\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以上 $50\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下であることが好ましい。インクジェット法にて吐出する際、粘度が $1\text{ mPa}\cdot\text{s}$ より小さい場合にはノズル周辺部がインクの流出により汚染されやすく、また粘度が $50\text{ mPa}\cdot\text{s}$ より大きい場合は、ノズル孔での目詰まり頻度が高くなり円滑な液滴の吐出が困難となるためである。

【0078】（第1吐出工程～第3吐出工程）第1実施形態と同様に、図1～4に示すように第1吐出工程から第3吐出工程を行う。なお、各吐出工程は、一般に室温以上 $100^\circ\text{C}$ 以下の温度で行われる。室温以下の温度では有機ケイ素化合物の溶解性が低下し一部析出する場合があるからである。また吐出する場合の雰囲気は、窒素、ヘリウム、アルゴンなどの不活性ガス中で行うことが好ましい。さらに必要に応じて水素などの還元性ガスを混入したものが好ましい。また、各吐出工程間の乾燥処理の方法や条件は、不活性ガス雰囲気中で行うことが望ましいという以外は、第1実施形態と同様なのでその説明を省略する。

【0079】（熱処理／光処理工程）吐出工程後の溶液は、溶媒を除去すると共に有機ケイ素化合物をアモルファスあるいは多結晶シリコンに変換する必要がある。そのため、吐出工程後の基板には熱処理及び／又は光処理が施される。

【0080】熱処理及び／又は光処理は、窒素、アルゴン、ヘリウムなどの不活性ガス雰囲気中に行なうこともできる。熱処理及び／又は光処理の処理温度は、分散媒の沸点（蒸気圧）、雰囲気ガスの種類や圧力、微粒子の分散性や酸化性等の熱的挙動、コーティング材の有無や量、基材の耐熱温度などを考慮して適宜決定される。通常アルゴン雰囲気中あるいは水素を含有したアルゴン中で $100\sim 800^\circ\text{C}$ 程度で、好ましくは $200\sim 600^\circ\text{C}$ 程度で処理され、一般に到達温度が約 $550^\circ\text{C}$ 以下の温度ではアモルファス状、それ以上の温度では多結晶状のシリコン膜が得られる。到達温度が $300^\circ\text{C}$ 未満の場合は、有機ケイ素化合物の熱分解が十分に進行せず、十分な厚さのシリコン膜を形成できない場合がある。多結晶状のシリコン膜を得たい場合は、上記で得られたアモルファス

状シリコン膜のレーザーアニールによって多結晶シリコン膜に変換することができる。上記レーザーアニールを行う場合の雰囲気も、ヘリウム、アルゴンなどの不活性ガス、もしくはそれらに水素などの還元性ガスを混入したものが好ましい。

【0081】熱処理及び／又は光処理は通常のホットプレート、電気炉などによる処理の他、ランプアニールによって行なうこともできる。ランプアニールに使用する光の光源としては、特に限定されないが、赤外線ランプ、キセノンランプ、YAGレーザー、アルゴンレーザー、炭酸ガスレーザー、 $\text{XeF}$ 、 $\text{XeCl}$ 、 $\text{XeBr}$ 、 $\text{KrF}$ 、 $\text{KrCl}$ 、 $\text{ArF}$ 、 $\text{ArCl}$ などのエキシマレーザーなどを光源として使用することができる。これらの光源は一般には、出力 $10\text{ W}$ 以上 $5000\text{ W}$ 以下の範囲のものが用いられるが、本実施形態では $100\text{ W}$ 以上 $1000\text{ W}$ 以下の範囲で十分である。以上の工程により吐出工程後の溶液はアモルファスあるいは多結晶のシリコン膜に変換される。

【0082】本実施形態により形成されるシリコン膜パターンは、溶液一滴の基板に着弾後の直径とほぼ同等の幅で形成することが可能である。また、第3吐出工程を繰り返すことにより、この線幅を維持したまま所望の膜厚を得ることが可能である。すなわち、本実施形態によれば、バルジを生じさせることなく細線化、厚膜化を達成することができるので、微細なパターン形成が可能となる。

【0083】〔第4実施形態〕第4実施形態として、本発明の電気光学装置の一例である液晶装置について説明する。図8は、本実施形態に係る液晶装置の第1基板上の信号電極等の平面レイアウトを示すものである。本実施形態に係る液晶装置は、この第1基板と、走査電極等が設けられた第2基板（図示せず）と、第1基板と第2基板との間に封入された液晶（図示せず）とから概略構成されている。

【0084】図8に示すように、第1基板300上の画素領域303には、複数の信号電極310…が多重マトリクス状に設けられている。特に各信号電極310…は、各画素に対応して設けられた複数の画素電極部分310a…とこれらを多重マトリクス状に接続する信号配線部分310b…とから構成されており、Y方向に伸延している。また、符号350は1チップ構造の液晶駆動回路で、この液晶駆動回路350と信号配線部分310b…の一端側（図中下側）とが第1引き回し配線331…を介して接続されている。また、符号340…は上下導通端子で、この上下導通端子340…と、図示しない第2基板上に設けられた端子とが上下導通材341…によって接続されている。また、上下導通端子340…と液晶駆動回路350とが第2引き回し配線332…を介して接続されている。

【0085】本実施形態では、上記第1基板300上に



設けられた信号配線部分310b…、第1引き回し配線331…、第2引き回し配線332…が、各々第2実施形態に係る配線形成装置を用いて、第1実施形態に係る配線形成方法によって形成されている。本実施形態の液晶装置によれば、上記各配線類の断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも、小型化、薄型化が可能な液晶装置とすることができる。

【0086】〔第5実施形態〕第5実施形態として、本発明の電気光学装置の一例であるプラズマ型表示装置について説明する。図9は本実施形態のプラズマ型表示装置500の分解斜視図を示す。この実施形態のプラズマ型表示装置500は、互いに対向して配置されたガラス基板501とガラス基板502と、これらの間に形成された放電表示部510とから概略構成される。放電表示部510は、複数の放電室516が集合されてなり、複数の放電室516のうち、赤色放電室516(R)、緑色放電室516(G)、青色放電室516(B)の3つの放電室516が対になって1画素を構成するように配置されている。前記(ガラス)基板501の上面には所定の間隔でストライプ状にアドレス電極511が形成され、それらアドレス電極511と基板501の上面とを覆うように誘電体層519が形成され、更に誘電体層519上においてアドレス電極511、511間に位置して各アドレス電極511に沿うように隔壁515が形成されている。なお、隔壁515においてはその長手方向の所定位置においてアドレス電極511と直交する方向にも所定の間隔で仕切られており(図示略)、基本的にはアドレス電極511の幅方向左右両側に隣接する隔壁と、アドレス電極511と直交する方向に延設された隔壁により仕切られる長方形の領域が形成され、これら長方形の領域に対応するように放電室516が形成され、これら長方形の領域が3つ対になって1画素が構成される。また、隔壁515で区画される長方形の領域の内側には蛍光体517が配置されている。蛍光体517は、赤、緑、青の何れかの蛍光を発光するもので、赤色放電室516(R)の底部には赤色蛍光体517(R)が、緑色放電室516(G)の底部には緑色蛍光体517(G)が、青色放電室516(B)の底部には青色蛍光体517(B)が各々配置されている。

【0087】次に、前記ガラス基板502側には、先のアドレス電極511と直交する方向に複数の表示電極512がストライプ状に所定の間隔で形成され、これらを覆って誘電体層513が形成され、更にMgOなどからなる保護膜514が形成されている。そして、前記基板501とガラス基板502の基板2が、前記アドレス電極511…と表示電極512…を互いに直交させるように対向させて相互に貼り合わされ、基板501と隔壁515とガラス基板502側に形成されている保護膜514とで囲まれる空間部分を排気して希ガスを封入することで放電室516が形成されている。なお、ガラス基板

502側に形成される表示電極512は各放電室516に対して2本ずつ配置されるように形成されている。上記アドレス電極511と表示電極512は図示略の交流電源に接続され、各電極に通電することで必要な位置の放電表示部510において蛍光体517を励起発光させて、カラー表示ができるようになっている。

【0088】本実施形態では、上記アドレス電極511と表示電極512が、各々第2実施形態に係る配線形成装置を用いて、第1実施形態に係る配線形成方法によって形成されている。本実施形態の液晶装置によれば、上記各電極の断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも、小型化、薄型化が可能なプラズマ型表示装置とすることができる。

【0089】〔第6実施形態〕第6実施形態として、本発明の電子機器の具体例について説明する。図10

(a)は、携帯電話の一例を示した斜視図である。図10(a)において、600は携帯電話本体を示し、601は第4実施形態の液晶装置を備えた液晶表示部を示している。図10(b)は、ワープロ、パソコンなどの携帯型情報処理装置の一例を示した斜視図である。図10(b)において、700は情報処理装置、701はキーボードなどの入力部、703は情報処理本体、702は第4実施形態の液晶装置を備えた液晶表示部を示している。図10(c)は、腕時計型電子機器の一例を示した斜視図である。図11(c)において、800は時計本体を示し、801は第4実施形態の液晶装置を備えた液晶表示部を示している。図10(a)～(c)に示す電子機器は、上記実施形態の液晶装置を備えたものである。配線類の断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも、小型化、薄型化が可能となる。なお、本実施形態の電子機器は液晶装置を備えるものとしたが、有機エレクトロルミネッセンス表示装置、プラズマ型表示装置等、他の電気光学装置を備えた電子機器とすることもできる。

【0090】〔第7実施形態〕第5実施形態として、本発明の非接触型カード媒体の実施形態について説明する。本実施形態に係る非接触型カード媒体は図11に示すように、本実施形態に係る非接触型カード媒体400は、カード基体402とカードカバー418から成る筐体内に、半導体集積回路チップ408とアンテナ回路412を内蔵し、図示されない外部の送受信機と電磁波または静電容量結合の少なくとも一方により電力供給あるいはデータ授受の少なくとも一方を行うようになっている。

【0091】本実施形態では、上記アンテナ回路412が、第2実施形態に係る配線形成装置を用いて、第1実施形態に係る配線形成方法によって形成されている。本実施形態の非接触型カード媒体によれば、上記アンテナ回路412の断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも、小型化、薄型化が可能な非接触型カード媒体とする



ことができる。

#### 【0092】

【実施例】〔実施例1〕直径10nmの金微粒子がトルエン中に分散した金微粒子分散液（真空冶金社製、商品名「パーフェクトゴールド」）にキシレンを添加し、その粘度を8cp、表面張力を24N/mとした液体を、インクジェット装置により所定のピッチで吐出し、導電膜ラインを形成した。インクジェットヘッドとしては市販のプリンター（商品名「MJ930C」）のヘッドを使用した。ただし、インク吸入部がプラスチック製であるため、有機溶剤に対して溶解しないよう吸入部を金属製の治具に変更したものを用いた。基板とインクジェットヘッドとの相対移動速度は一定とし、ピッチの変更は吐出周波数のみを調整することで行った。基板には4フッ化エチレン加工が施されたポリイミドフィルムをガラス基板に貼り付けたものを用いた。この基板に対する金微粒子分散液の接触角はおおよそ60[deg]であった。吐出は、一つのノズルのみを用いて行い、全吐出工程を通じて吐出電圧15Vで吐出した。その際の液滴の基板着弾後の直径はおおよそ55 $\mu$ mであった。まず、第1吐出工程として、液滴が互いに繋がらないよう、ピッチを70 $\mu$ m、液滴間の距離を15 $\mu$ mとして一直線上に吐出した。その後、乾燥機を用いて100℃で5分間の乾燥工程を施した。次に、第2吐出工程として、第1吐出工程と同様にピッチを70 $\mu$ m、液滴間の距離を15 $\mu$ mとして一直線上に吐出した。第2吐出工程において吐出する液滴は、第1吐出工程において吐出した液体のほぼ中間に着弾するように吐出した。その後、乾燥機を用いて100℃で5分間の乾燥工程を施した。これにより、液滴間の断線の無いラインを形成した。さらに、第3工程として、ピッチを30 $\mu$ m、液滴間の重なりを25 $\mu$ mとして第1吐出工程と第2吐出工程で形成されたライン上に吐出する工程を、100℃で5分間の乾燥工程を挟みながら3回繰り返した。その結果、重ね塗りの度に線幅が広がるということがなく、液滴の直径と同じ線幅55 $\mu$ mを維持したまま、形状が良好なラインを得た。それを、300℃で30分間焼成し、金光沢を有する金ラインを得た。膜厚は1 $\mu$ mで、比抵抗は $5 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ であった。

【0093】〔実施例2〕銀微粒子分散液を基板上にインクジェット吐出した。銀微粒子分散液は次のようにして調整した。まず、硝酸銀90mgを水500ミリリットルに溶解し100℃に加熱し、攪拌しながら更に1%濃度のクエン酸ナトリウム水溶液10ミリリットルを加えそのまま80分間沸騰させた。これによって凝集を防止するためのクエン酸で周囲を覆われた銀コロイドが、水溶液中に分散した液体が得られた。この銀コロイドの平均粒径は30nmであった。この液体を遠心分離で濃縮した後、再び水と表面張力調整剤を加えてインク化し、粘度を2cpに、表面張力を28N/mに調整し、イン

クジェットヘッドで吐出できるようにした。このように調整した銀微粒子分散液を、実施例1と同じプリンターをインクジェットヘッドとして吐出し、導電膜ラインを形成した。基板には実施例1と同様4フッ化エチレン加工が施されたポリイミドフィルムを用いた。フィルムに対する銀微粒子分散液の接触角はおおよそ90[deg]であった。吐出は、一つのノズルのみを用いて行い、全吐出工程を通じて吐出電圧15Vで吐出した。その際の液滴の基板着弾後の直径はおおよそ40 $\mu$ mであった。まず、第1吐出工程として、液滴が互いに繋がらないよう、ピッチを50 $\mu$ m、液滴間の距離を10 $\mu$ mとして一直線上に吐出した。その後、乾燥機を用いて100℃で5分間の乾燥工程を施した。次に、第2吐出工程として、第1吐出工程と同様にピッチを50 $\mu$ m、液滴間の距離を10 $\mu$ mとして一直線上に吐出した。第2吐出工程において吐出する液滴は、第1吐出工程において吐出した液体のほぼ中間に着弾するように吐出した。その後、乾燥機を用いて100℃で5分間の乾燥工程を施した。これにより、液滴間の断線の無いラインを形成した。さらに、第3工程として、ピッチを20 $\mu$ m、液滴間の重なりを20 $\mu$ mとして第1吐出工程と第2吐出工程で形成されたライン上に吐出する工程を、100℃で5分間の乾燥工程を挟みながら3回繰り返した。その結果、重ね塗りの度に線幅が広がるということがなく、液滴の直径と同じ線幅40 $\mu$ mを維持したまま、形状が良好なラインを得た。それを、300℃で30分間焼成し、銀光沢を有する銀ラインを得た。膜厚は1.5 $\mu$ mで、比抵抗は $4 \times 10^{-6} \Omega \text{cm}$ であった。

【0094】〔実施例3〕実施例1と同じ金微粒子分散液、インクジェットヘッドを用いてライン形成を行った。基板には、市販のスライドガラスに、プラズマ重合処理で撥液化処理を施したものを用いた。金微粒子分散液の、この基板に対する接触角は40[deg]であった。吐出は、一つのノズルのみを用いて行い、全吐出工程を通じて吐出電圧15Vで吐出した。その際の液滴の基板着弾後の直径はおおよそ65 $\mu$ mであった。まず、第1吐出工程として、液滴が互いに繋がらないよう、ピッチを75 $\mu$ m、液滴間の距離を10 $\mu$ mとして一直線上に吐出した。その後、乾燥機を用いて100℃で5分間の乾燥工程を施した。次に、第2吐出工程として、第1吐出工程と同様にピッチを75 $\mu$ m、液滴間の距離を10 $\mu$ mとして一直線上に吐出した。第2吐出工程において吐出する液滴は、第1吐出工程において吐出した液体のほぼ中間に着弾するように吐出した。その後、乾燥機を用いて100℃で5分間の乾燥工程を施した。これにより、液滴間の断線の無いラインを形成した。さらに、第3工程として、ピッチを40 $\mu$ m、液滴間の重なりを25 $\mu$ mとして第1吐出工程と第2吐出工程で形成されたライン上に吐出する工程を、100℃で5分間の乾燥工程を挟みながら3回繰り返した。その結果、バルジは発生しなか

ったが重ね塗りの度に線幅が広がってしまい、最終的には線幅が105 $\mu\text{m}$ まで広がってしまった。これは、基板の撥液性が不十分であったためと考えられる。

【0095】〔比較例1〕実施例2と同じ銀微粒子分散液、インクジェットヘッド、基板を用いてライン形成を行った。吐出は、一つのノズルのみを用いて、第1吐出工程を吐出電圧15Vで、吐出液滴間の間隔を空けずに、初めから液滴が重なるように行った。すなわち、ピッチは35 $\mu\text{m}$ とし、液滴が互いに5 $\mu\text{m}$ の重なりを生じるように吐出した。その結果、複数の液滴が集合してできる大きな液滴が、ある間隔で形成されるのみであった。すなわち、ラインは全く形成されなかった。したがって、実施例2のように、接触角が90[deg]という撥液性の高い条件では、本発明に係る形成方法によらなければ、良好な配線が形成できないことが確認された。

【0096】〔実施例4〕実施例1と同じ金微粒子分散液、インクジェットヘッドを用いてライン形成を行った。基板には、市販のスライドガラスにプラズマ重合処理により撥液化処理を施した後で、波長172nmの紫外光を10mW/cm<sup>2</sup>で照射して親液化処理を行ったものを用いた。紫外光の照射時間の長さを変えることで基板の親液性、撥液性の度合を調整し、表1に示すように金微粒子分散液の接触角の大きさが異なる基板を複数作製し、それぞれにラインの形成を行った。吐出は、一つのノズルのみを用いて行い、全吐出工程を通じて吐出電圧15V

〔表1〕

	接触角	R	W5	$\Delta W$	W2
	[deg]	[ $\mu\text{m}$ ]	[ $\mu\text{m}$ ]	[ $\mu\text{m}$ ]	[ $\mu\text{m}$ ]
実施例4-1	70	49	49	49	0
実施例4-2	65	52	52	52	0
実施例4-3	60	55	55	55	0
実施例4-4	55	57	57	64	7
実施例4-5	50	60	60	75	15
実施例4-6	45	62	62	84	22
実施例4-7	40	65	65	95	30

#### 【0098】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の膜パターンの形成方法によれば、バルジが生じる危険性が軽減されるので、基板の撥液性を高め、基板と液体との接触角を大きくすることができる。そのため、細線化、厚膜化が可能となる。また、インクジェット法によるため、基板が平坦でなく凹凸のあるものであっても膜を形成することができる。そのため、例えば、段差のある箇所をまたいで配線等の膜を形成することも可能である。また、本発明の膜パターン形成装置によれば、簡単な工程で効率よく厚膜化を達成し、細線化の要請も満たし、しかも、導電膜とした場合に断線や短絡等の問題を生じない膜パターン形成装置とすることができる。また、本発明の導電膜配線によれば、膜厚が厚く電気伝導に有利で、断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも微細に形成可

で吐出した。その際の液滴の基板着弾後の直径Rは表1に示すとおりであった。すべての基板に置いて、まず、第1吐出工程として、液滴が互いに繋がらないよう、液滴間の距離を10 $\mu\text{m}$ となるピッチで一直線上に吐出した。その後、乾燥機を用いて100℃で5分間の乾燥工程を施した。次に、第2吐出工程として、第1吐出工程と同様に、液滴間の距離を10 $\mu\text{m}$ として一直線上に吐出した。第2吐出工程において吐出する液滴は、第1吐出工程において吐出した液体のほぼ中間に着弾するように吐出した。その後、乾燥機を用いて100℃で5分間の乾燥工程を施した。これにより、液滴間の断線の無いラインを形成した。この時の線幅W2を表1に示すとおりであった。さらに、すべての基板において、第3工程として、液滴間の重なりが20 $\mu\text{m}$ となるようなピッチで、第1吐出工程と第2吐出工程で形成されたライン上に吐出する工程を、100℃で5分間の乾燥工程を挟みながら3回繰り返した。この時の線幅W5は表1に示すとおりであった。その結果、表1及び図12に示すように、W2とW5との差 $\Delta W$ は、接触角が60～70[deg]では0 $\mu\text{m}$ であったが、接触角が60[deg]よりも小さくなるにつれ、大きくなることが認められた。したがって、接触角を60[deg]以上とすべきことが確認された。

#### 【0097】

能な導電膜配線とすることができる。また、発明によれば、配線部やアンテナの断線や短絡等の不良が生じにくく、しかも、小型化、薄型化が可能な電気光学装置、及びこれを用いた電子機器、並びに非接触型カード媒体を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 第1実施形態に係る膜パターン形成方法の工程図である。

【図2】 第1実施形態に係る膜パターン形成方法の工程図である。

【図3】 第1実施形態に係る膜パターン形成方法の工程図である。

【図4】 第1実施形態に係る膜パターン形成方法の工程図である。

【図5】 第1実施形態に係る膜パターン形成方法の説

明図である。

【図 6】 第 1 実施形態に係る膜パターン形成方法の説明図である。

【図 7】 第 2 実施形態に係る膜パターン形成装置の斜視図である。

【図 8】 第 4 実施形態に係る液晶装置の第 1 基板上の平面図である。

【図 9】 第 5 実施形態に係るプラズマ型表示装置の分解斜視図である。

【図 10】 第 6 実施形態に係る電子機器で (a) は、第 4 実施形態の液晶表示装置を備えた携帯電話の一例を示す図、(b) は、第 4 実施形態の液晶表示装置を備えた携帯型情報処理装置の一例を示す図、(c) は、第 4 実施形態の液晶表示装置を備えた腕時計型電子機器の一例を示す図である。

【図 11】 第 7 実施形態に係る非接触型カード媒体の分解斜視図である。

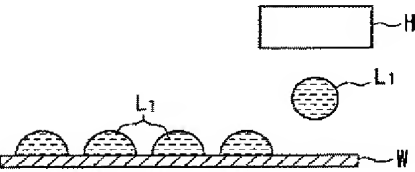
【図 12】 接触角と線幅の増加との関係を示すグラフである。

【図 13】 バルジと断線、短絡との関係について説明する図である。

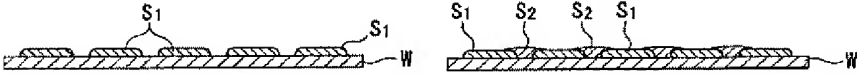
【符号の説明】

- $L_1 \sim L_2$  液滴
- $S_1 \sim S_2$  乾燥膜
- H インクジェットヘッド
- W 基板
- 100 配線形成装置
- 1 インクジェットヘッド群
- 4 載置台
- 15 ヒータ

【図 1】

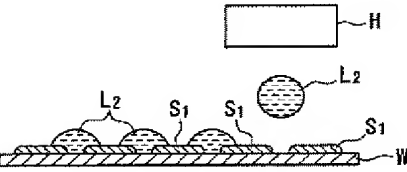


【図 2】

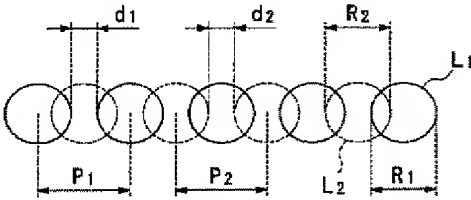


【図 4】

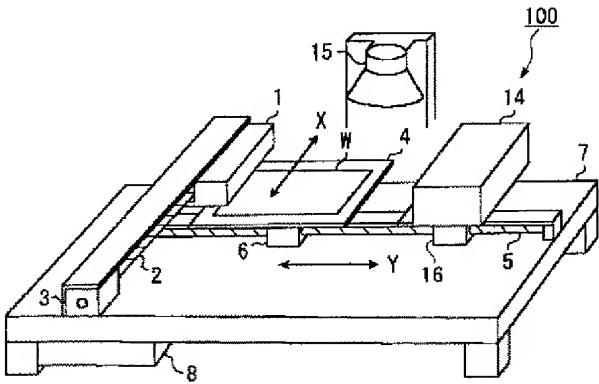
【図 3】



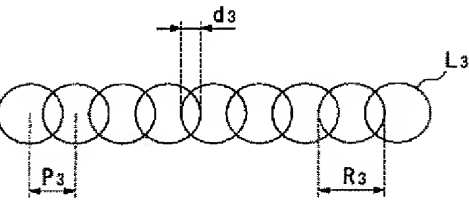
【図 5】



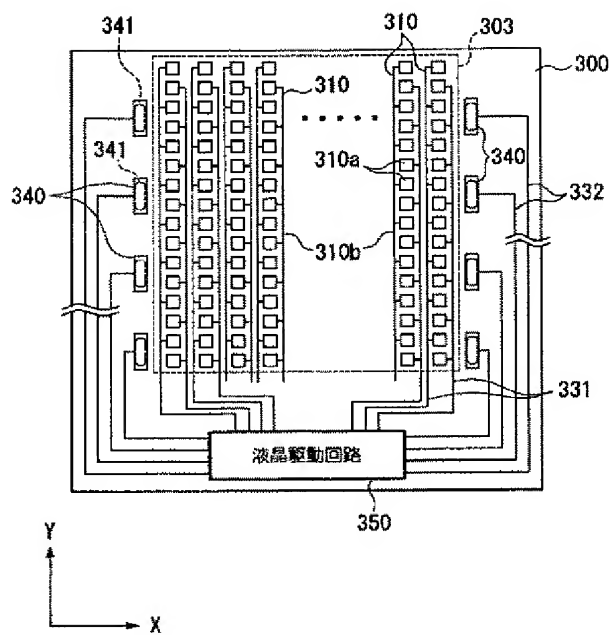
【図 7】



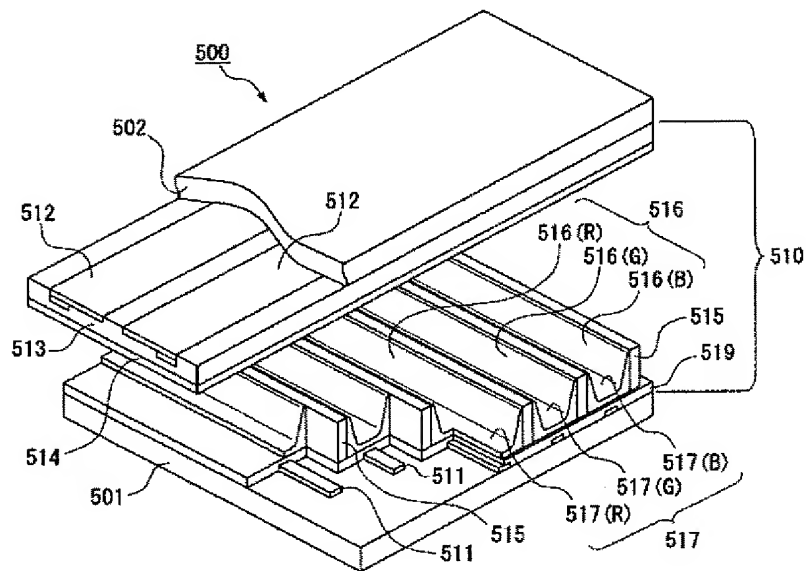
【図 6】



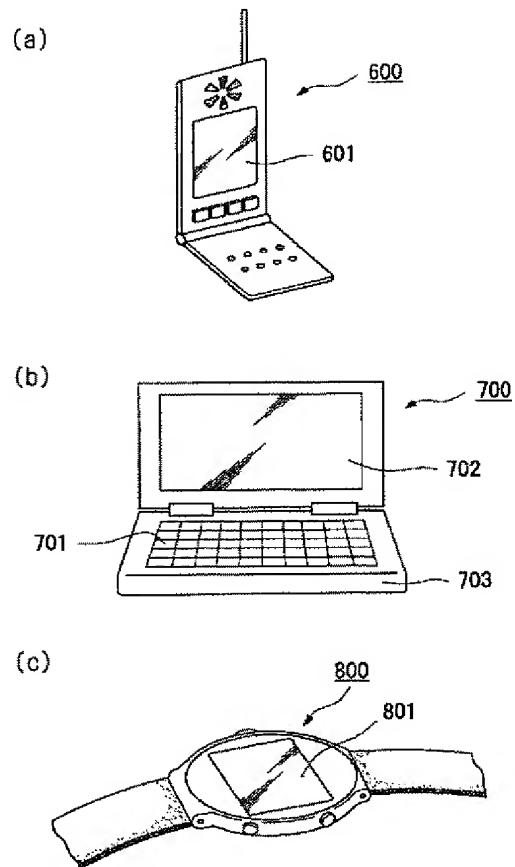
【図 8】



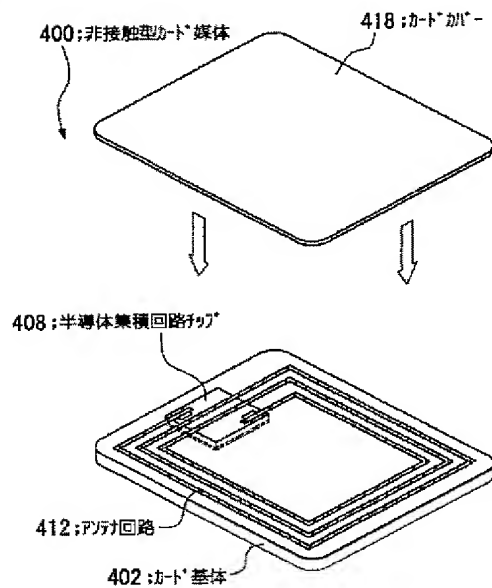
【図 9】



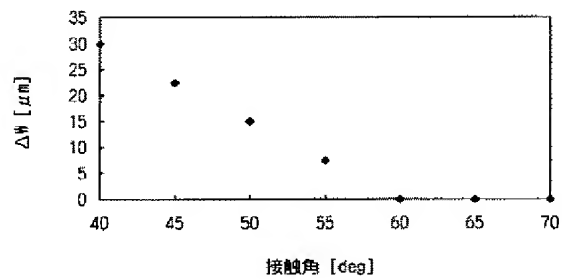
【図 10】



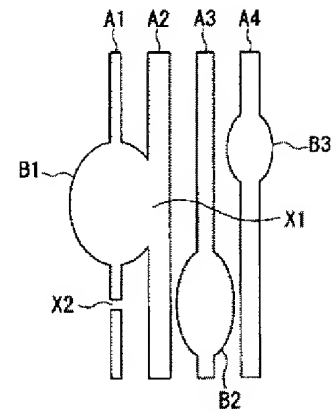
【図 11】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2C056 FA15 FB02 FB04 FB05 FB10  
 FD10 HA46  
 5E343 AA12 AA18 AA22 AA26 BB23  
 BB24 BB25 BB44 BB48 BB72  
 CC25 CC26 DD15 DD18 EE36  
 EE37 ER33 ER35 ER44 ER45  
 FF05 GG08